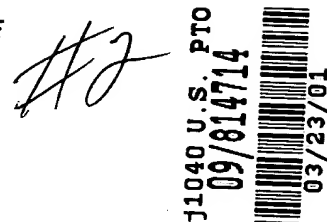


IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Satoshi KAMIYA
Title: DISTRIBUTED PIPELINE
SCHEDULING METHOD AND
SYSTEM
Appl. No.: Unassigned
Filing Date: March 23, 2001
Examiner: Unassigned
Art Unit: Unassigned



CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Japanese Patent Application
No. 2000-091336 filed 29 MARCH 2000.

Respectfully submitted,

Date: March 23, 2001

FOLEY & LARDNER
Washington Harbour
3000 K Street, N.W., Suite 500
Washington, D.C. 20007-5109
Telephone: (202) 672-5407
Facsimile: (202) 672-5399

By David A. Blumenthal
for David A. Blumenthal
Attorney for Applicant
Registration No. 26,257
Reg # 41,398



日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

J1040 U.S. PRO
09/814714
03/23/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 3月29日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-091336

出 願 人
Applicant (s):

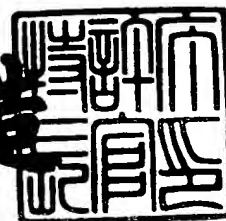
日本電気株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 1月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3108828

【書類名】 特許願

【整理番号】 49210415

【提出日】 平成12年 3月29日

【あて先】 特許庁 長官殿

【国際特許分類】 H04L 12/56

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

 【氏名】 神谷 聡史

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100105511

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鈴木 康夫

【選任した代理人】

 【識別番号】 100109771

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 臼田 保伸

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 055457

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9711687

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 分散パイプラインスケジューリング方法および方式

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 データを入力する複数の入力ポートと、データを入力する複数の出力ポートと、前記入力ポートから入力されたデータをスイッチングして前記出力ポートへ転送するデータスイッチ素子と、前記データスイッチ素子を制御する分散スケジューリング構成をとるスケジューラとを備え、入力ポートと出力ポート間の接続予約を決定する分散パイプラインスケジューリング方法において、

前記スケジューラが、情報転送処理と予約処理とにそれぞれ独立にタイムスロットを割り当てて、情報転送処理と、予約処理をパイプライン的に処理することを特徴とする分散パイプラインスケジューリング方法。

【請求項 2】 前記スケジューラは N 個 (N は自然数) の分散スケジューリングモジュールを備え、前記予約処理を開始したタイムスロットから $2N - 1$ のタイムスロットの時間が経過した時点で所定のタイムスロットの接続予約を決定することを特徴とする請求項 1 記載の分散パイプラインスケジューリング方法。

【請求項 3】 データを入力する複数の入力ポートと、データを入力する複数の出力ポートと、前記入力ポートから入力されたデータをスイッチングして前記出力ポートへ転送するデータスイッチ素子と、前記データスイッチ素子を制御する分散スケジューリング構成をとるスケジューラとを備えた、分散パイプラインスケジューリング方式において、

前記スケジューラは、それぞれ同時刻に互いに異なるタイムスロットの予約処理をパイプライン処理する分散型スケジューリングのための複数のインプットモジュールを備えており、前記複数のインプットモジュールは、それぞれ同時刻に互いに異なるタイムスロットの情報転送と予約とをパイプライン処理的に行う情報転送処理ブロックと予約処理ブロックを備えていることを特徴とする分散パイプラインスケジューリング方式。

【請求項 4】 パケット交換システムのパケットスイッチにて使用される分散パイプラインスケジューリング用の分散型スケジューラであって、

前記分散型スケジューラは、分散型スケジューリングを行うための出力ポート予約済情報受信部とアロケータと出力ポート予約済情報送信部とを有する複数のインプットモジュールを備えており、前記各インプットモジュール内の前記出力ポート予約済情報受信部、アロケータ、及び出力ポート予約済情報送信部は、それぞれ異なる予約タイムスロットの処理を同一時刻に実行していることを特徴とする分散型スケジューラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はパケット交換システムに関し、特にパケット交換システムのパケットスイッチにおけるパイプラインスケジューリング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年のパケット交換システムでは、N入力、N出力（Nは自然数）を有し、かつ各入力部にN個の仮想出力キュー（Virtual Output Queuing：VOQ）を有する入力バッファ型スイッチが用いられることがある。

【0003】

図8は、従来の一般的なN入力、N出力（Nは自然数）の入力バッファ型パケットスイッチを示す構成図である。図8において、パケットスイッチ40は、データを入力する複数の入力ポートと、データを出力する複数の出力ポートと、入力ポートから入力されたデータをスイッチングして出力ポートへ転送するデータスイッチ素子54と、スイッチ素子54を制御するスケジューラ50とを備えている。

【0004】

入力ポートは仮想出力キュー（VOQ）52の構成をとっている。スイッチ素子54としてはクロスバースイッチが考えられる。スケジューラ50は分散スケジューリングの構成をとっており、入力ポート毎の分散スケジューリングモジュール51-i（i=1～N）によって構成されている。

【0005】

このパケットスイッチ40は、クロスバースイッチ内の転送を、固定サイズのパケットにて行っている。これにより、スイッチシステムの動作時刻を量子化している。この量子化単位をタイムスロットと呼ぶ。

【0006】

スケジューラ50は、タイムスロット単位に各入力ポートから各出力ポート毎の接続要求情報（REQ）を受信し、接続要求情報に基づいて入力ポートと出力ポートの間の接続許可情報（GRANT）を決定する。スケジューラ50は接続許可情報を基に入力ポートと出力ポートとの接続情報（MSEL）を生成してスイッチング素子に通知し、スイッチング素子の入出力の接続を設定する。

【0007】

また、スケジューラ50は接続許可情報を基に各入力ポートがどの出力ポートからのデータ転送が許可されているかを示す転送許可情報（DSTMSG）を作成し、各入力ポートに対して転送許可情報を通知する。入力ポートは転送許可情報に従ってデータをスイッチング素子へ出力し、出力ポートがデータを受信してスイッチングが完了する。

【0008】

スケジューラ50の目的は、 $N \times N$ の接続要求情報から $N \times N$ の接続許可情報を生成することである。接続許可情報を生成するに当たり、各分散スケジューリングモジュール51-1～51-Nは、個々の入力ポートに対する出力ポートへの接続可否を決定している。

【0009】

ある分散スケジューリングモジュール51-n（nは自然数で、 $1 \leq n \leq N$ ）が接続許可とした出力ポートは、他の分散スケジューリングモジュール51-m（ $m \neq n$ ）にとっては別の分散スケジューリングモジュールに「予約」されたポートであり、接続許可を発出することが不可能なポートとなる。以下、ある分散スケジューリングモジュールがある出力ポートへ接続許可と決定する動作を「出力ポートを予約する」と表現する。

【0010】

パケットスイッチの分散型スケジューリングアルゴリズムとして、1999年

GlobecomにおいてA.Smiljanic, R.Fan及びG.Ramamurthyが発表した「RRGS : Round Robin Greedy Scheduling for Electric /Optical Terabit Switches」に示されているラウンド・ロビン・グリーディ・スケジューリング (Round Robin Greedy Scheduling : RRGS) アルゴリズムがある。

【0011】

RRGSアルゴリズムを用いたスケジューラでは、分散スケジューリングモジュールがリング状に接続され、隣接した分散スケジューリングモジュール間でメッセージ受渡しを行う。RRGSアルゴリズムでは、各分散スケジューリングモジュールが対象となるタイムスロットの予約（接続許可決定）を行い、結果の情報を次の分散スケジューリングモジュールに渡す。メッセージ受渡し速度要求条件を緩和するために、RRGSはパイプライン機能を導入している。

【0012】

即ち、あるタイムスロットの予約過程は、各分散スケジューリングモジュール間でメッセージ受渡しが一周することにより完了する。また、RRGSアルゴリズムでは、N個の分散スケジューリングモジュールが、現在のスロットの少なくともNスロット先のタイムスロットに関して予約する。更に、RRGSアルゴリズムは、N個のタイムスロットに対する予約過程を1タイムスロットずつ位相をずらしながら同時に進行させていく。

【0013】

一方、RRGSアルゴリズムの変形として、複数のタイムスロットに対する予約過程をそれぞれ異なる分散スケジューリングモジュールから同時に開始し、進行させ、同時に終了させるアルゴリズムも考えられる。本アルゴリズムをフレーム化RRGSと呼ぶこととする。

【0014】

図9は、RRGS及びフレーム化RRGSを使用する分散型スケジューラの構成を示すブロック図である。図9では、例としてポート数 $N=4$ の場合を示している。同図において、スケジューラは、分散型スケジューリングのためのインプットモジュール (Input Module ; IM) 10-1～10-4から構成される。各モジュール10-i ($i=1\sim4$) には、フレームの先頭を示すフレームパルス

(FP) 21 が入力される。各モジュール 10-i はフレームパルス 21 に同期して動作する。

【0015】

また、各モジュール 10-i にはモジュール識別のための物理番号 23-i が設定される。各入力ポートから接続要求情報 11-i がモジュール 10-i に入力され、各モジュール 10-i は接続要求の調停の結果、予約（接続許可）を決定し接続許可情報 12-1 ~ 12-4 を出力する。

【0016】

RRGS 及びフレーム化 RRGS においては、隣接する分散スケジューリングモジュール間で接続許可情報から入力ポート情報を縮退させた情報（入力ポート情報を参照して作成した情報）である「出力ポート予約済情報」を受け渡すことにより、出力ポートに対する接続要求の競合を回避している。

【0017】

例えば、モジュール 10-3 は、前段のモジュール 10-2 から出力ポート予約済情報 14-2 を出力ポート予約済情報 13-3 として受信して接続要求の調停に使用する。接続許可情報決定後、出力ポート予約済情報 14-3 を次段のモジュール 10-4 に通知する。

【0018】

図 10 は、ポート数が奇数である場合の、前述の先行技術文献に開示された RRGS によるスケジューリングのタイムチャートである。同図においては、ポート数 $N=5$ の場合を例として示しており、タイムスロット (TS) 6 以降の予約順序を示している。

【0019】

TS 6 に対するスケジューリングは次のように実施される。TS 1 がスケジューリング開始タイムスロットで TS 5 が終了タイムスロットとなる。分散スケジューリングモジュール IM1 から予約が開始され IM5 で終了する。まず、TS 1 にて分散スケジューリングモジュール IM1 が予約を行い、TS 6 に対する出力ポート予約済情報を IM2 に転送する。

【0020】

次にTS 2にてIM 2が予約を行い、TS 6に対する出力ポート予約済情報をIM 3に転送する。以降、TS 3にてIM 3が予約と情報転送を行い、TS 4にてIM 4が予約と情報転送を行う。TS 5にてIM 5が予約を行うと、分散スケジューリングモジュールでTS 6に対する予約が完了したことになり、予約結果をTS 6にて使用する。

【0021】

TS 7に対するスケジューリングはTS 2からTS 6の区間で、IM 5→IM 1→IM 2→IM 3→IM 4の順序で予約と出力ポート予約済情報の転送を行う。以降、TS 8, TS 9に対するスケジューリングが同様に実施されていく。

【0022】

このとき各時刻にて、各IMはそれぞれ異なる時刻の予約を実施している。例えばTS 5にて、IM 1は予約時刻TS 8の予約を実施しており、また、IM 2はTS 10、IM 3はTS 7、IM 4はTS 9、IM 5はTS 6の予約をそれぞれ実施している。

【0023】

図11は、ポート数が偶数である場合の、上記先行技術文献に開示されたRRGSによるスケジューリングのタイムチャートである。同図において、ポート数N=4の場合を例として示しており、タイムスロット(TS) 6以降の予約順序を示している。

【0024】

図10で示した例との相違点は、あるタイムスロットでの予約を実施する際に、処理途中のタイムスロットで情報転送を停止する必要があることである。図11では転送停止のタイムスロットを斜線部にて示している。このように、RRGSでは入力ポート数の偶奇によってパイプライン処理が異なっている。

【0025】

図12は、フレーム化RRGSによるスケジューリングのタイムチャートである。本アルゴリズムでは入力ポート数の偶奇によってパイプライン処理が異なることはないので、同図においてはポート数がN=4の場合を例として、TS 5以降の予約順序を示している。

【 0 0 2 6 】

図 1 0 ～ 1 1 で示した R R G S によるスケジューリングのタイムチャートとの相違点は、各 I M があるタイミングでそれぞれ異なる時刻予約を同時に開始してかつ終了している点である。

【 0 0 2 7 】

【発明が解決しようとする課題】

上記分散スケジューリングアルゴリズムでは、各インプットモジュール I M は、出力ポート予約済情報の受信、受信情報の展開、受信情報を使用した予約処理と情報の更新、更新情報のフォーマット変換、及び情報の送信を行う必要があるが、上述した従来のアルゴリズムでは、上記処理を 1 タイムスロット (T S) 内で完了するタイムチャートとなっている。

【 0 0 2 8 】

図 1 3 は、図 1 0 ～ 1 2 でのタイムスロット (T S) 内の詳細なタイムチャートを示したものであり、図 1 3 では、図 1 0 ～ 1 2 での 1 タイムスロットを時刻 T 0 から T 4 までとして表現している。

【 0 0 2 9 】

即ち各 I M は、時刻 T 0 から T 1 までの間で隣接 I M から情報を受信する。時刻 T 1 から T 2 までの間で情報を展開する。この時間では、例えば情報がシリアル転送されてきた場合にパラレルに展開するなどの処理が行われる。時刻 T 2 から T 3 までの間で予約処理を実施する。時刻 T 3 から T 4 までの間で情報を転送用のフォーマットに変換する。この時間では、例えば情報をシリアル転送するためにシリアル／パラレル変換などの処理が行われる。時刻 T 4 から T 5 で隣接 I M に情報を送信する。(T 0 から T 1 までの時間と T 4 から T 5 までの時間は等しい。)

このように、同一タイムスロット内で予約処理 (T 2 ～ T 3) とその他の処理 (以降転送処理という) を実行する場合、処理に割り当てる時間が制限されてしまう。従って、従来のアルゴリズムを使用してポート増加を行う場合に柔軟に対応することが困難である。

【 0 0 3 0 】

例えば、ポート数が増大すると、予約処理（T 2 ～ T 3）において、ある入力ポートが複数の出力ポートから一つの出力ポートを選択して予約する処理の時間が増大する。またポート数が増大すると、IM間で転送すべき出力ポート予約済情報の情報量が増大する。

【 0 0 3 1 】

さらに、出力ポート予約済情報をシリアルで転送する場合には、情報転送時間（T 0 ～ T 1）及び情報展開時間（T 1 ～ T 2）、フォーマット変換時間（T 3 ～ T 4）、情報転送時間（T 4 ～ T 5）が増大してしまう。そのため前出の予約処理と併せた時間が1 タイムスロット時間を超えないようにしなければならず、ポート数に対する制限が厳しくなるといった問題があった。

【 0 0 3 2 】

出力ポート予約済情報をパラレルで転送する場合は、情報展開時間（T 1 ～ T 2）及びフォーマット変換時間（T 3 ～ T 4）を省くことが可能となるが、IM間の転送に必要な信号線数が増大する。従ってIMをLSIにて実現するような場合は、LSIの端子数が増大してしまい1つのLSIでの実現が不可能となってしまうという問題があった。

【 0 0 3 3 】

本発明の主な目的は、処理時間制限に対して寛容な分散パイプラインスケジューリング方法を提供することにある。

【 0 0 3 4 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、パケット交換システムのパケットスイッチにて使用されるRRGS及びフレーム化RRGS等の分散パイプラインスケジューリング方法において、1 タイムスロット内に完了させていた分散スケジューリングモジュール間の情報転送の処理と分散スケジューリングモジュール内の経路割当て探索処理（経路予約処理）を分離し、情報転送処理と、経路予約処理にそれぞれ1 タイムスロットずつの処理時間を割り当てることを特徴としている。

【 0 0 3 5 】

本発明のインプットモジュールでは、出力ポート予約済情報受信部と、アロケ

ータと、出力ポート予約済情報送信部とが、各タイムスロットにおいて異なる予約時刻のタイムスロットを対象にして処理を行う。即ち、図 3 を参照するとタイムスロット $TS-r$ を対象とした予約処理に関して、 $TS-a$ で出力ポート予約済情報受信部が情報受信と展開処理を実施し、 $TS-b$ でアロケータが予約処理を行い、 $TS-c$ で出力ポート予約済情報送信部がフォーマット変換と情報送信を行う。

【 0 0 3 6 】

これにより 1 タイムスロット時間を予約処理に全て振り分けることが可能となり、多数のポートを有していて予約処理に要する時間が大きい場合でもパイプライン処理が可能となる。

【 0 0 3 7 】

また、情報転送処理に 1 タイムスロット時間を割り当てることが可能となるので、従来よりも転送時間を多く確保できる。従って多数のポートを有していて転送すべき情報量が多い場合でも、高速クロックを使用せずに必要な情報の転送が可能となる。

【 0 0 3 8 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態で使用するスケジューラの構成は、タイムスロット内の動作を除いて図 9 に示す従来例と同様であるので、以下図 9 を参照して説明する。図 9 は、ポート数 $N=4$ の場合を示しており、スケジューラ 1 はポート数分のモジュール $10-1 \sim 10-4$ によって構成されている。

【 0 0 3 9 】

各モジュール $10-i$ には、フレームの先頭を示すフレームパルス (FP) 21 が入力される。また、各モジュール $10-i$ にはモジュール識別のための物理番号 23 が設定される。さらに、各モジュール $10-i$ には、接続要求情報 11 と出力ポート予約済情報 13 が入力される。

【 0 0 4 0 】

モジュール $10-i$ は、接続要求の調停を行って接続許可 (予約) を決定し、接続許可情報 12 と更新された出力ポート予約済情報 14 を出力する機能を有し

ている。各モジュール 1 0 から出力された出力ポート予約済情報 1 4 は、次段モジュールへの出力ポート予約済情報 1 3 として入力される。

【 0 0 4 1 】

図 9 中の各モジュール 1 0 - i の構成例を図 1 に示す。モジュール 1 0 - i は、アロケータ 1 5 と、接続許可記憶部 1 6 と、接続許可記憶制御部 1 7 と、出力ポート予約済情報受信部 1 8 と、出力ポート予約済情報送信部 1 9 とを含んで構成されている。

【 0 0 4 2 】

出力ポート予約済情報受信部 1 8 は、前段のモジュールから出力ポート予約済情報 1 3 を受信し、シリアル／パラレル変換やフォーマット変換を行って、アロケータ 1 5 へ出力ポート予約済情報 1 3 1 を通知する。

【 0 0 4 3 】

アロケータ 1 5 は、接続要求情報 1 1 と、出力ポート予約済情報受信部 1 8 から出力される出力ポート予約済情報 1 3 1 とから、本モジュールで管理する入力ポートに対する出力ポートの接続許可情報 1 2 を決定し、出力ポート予約済情報を更新する。決定のためのアルゴリズムは公知のアルゴリズムを適用する。更新された出力ポート予約済情報 1 4 1 は出力ポート予約済情報送信部 1 9 に通知される。

【 0 0 4 4 】

出力ポート予約済情報送信部 1 9 は、アロケータ 1 5 から出力された出力ポート予約済情報 1 4 1 をフォーマット変換やパラレル／シリアル変換を行って、更新済の出力ポート予約済情報 1 4 を次段のモジュールへ出力する。

【 0 0 4 5 】

接続許可記憶部 1 6 は、アロケータ 1 5 にて決定した接続許可情報 1 2 を使用するタイムスロットの時刻まで記憶しておく機能を有する。この接続許可記憶部 1 6 は、図 2 に示されているように、接続許可情報を記憶するためのメモリ 1 6 0 を含んで構成されている。

【 0 0 4 6 】

接続許可記憶制御部 1 7 は、フレームパルス (F P) 2 1 に同期して、モジュ

ール識別のための物理番号 2 3 から、当該モジュールにおける接続許可情報の予約順序パターンを決定し、タイムスロット毎の接続許可情報 1 2 の書込読出順序を制御する。

【 0 0 4 7 】

この接続許可記憶制御部 1 7 は、図 2 に示されているように、接続許可記憶部 1 6 内のメモリ 1 6 0 に対する書込アドレスを生成するための書込アドレスカウンタ 1 7 0 と、同じく読出アドレスを生成するための読出アドレスカウンタ 1 7 1 と、ロードデータ生成部 1 7 2 とを含んで構成されている。

【 0 0 4 8 】

ロードデータ生成部 1 7 2 は、物理番号 2 3 から接続許可情報予約開始値を決定する。書込アドレスカウンタ 1 7 0 は、接続許可情報予約開始値をロードデータ (Load Data) とし、フレームパルスをロード入力 (Load) とする。また、読出アドレスカウンタ 1 7 1 は、フレームパルスをロード入力 (Load) とする。

【 0 0 4 9 】

これらのカウンタ 1 7 0 及び 1 7 1 は、共に、タイムスロット時間を 1 周期とする図示せぬクロックに応じてカウント動作を行う。そして、そのカウント値を書込アドレス及び読出アドレスとして接続許可記憶部 1 6 内のメモリ 1 6 0 に入力し、接続許可情報の書込み及び読出しを行う。

【 0 0 5 0 】

図 3 は、本発明の実施の形態を示す上記インプットモジュールの動作タイムチャートである。以下、各モジュール 1 0 - i のタイムスロット単位の動作について図 1 のブロック図と、図 3 のタイミングチャートを用いて説明する。なお、図 3 において、タイムスロット T S は、T S - a が時刻 T 0 から T 3 まで、T S - b が時刻 T 3 から T 6 まで、T S - c が時刻 T 6 から T 9 までとなっている。

【 0 0 5 1 】

出力ポート予約済情報受信部 1 8 と出力ポート予約済情報送信部 1 9 が情報転送を行っている時間 (T 1 ~ T 2、T 4 ~ T 5、T 7 ~ T 8) は各タイムスロットとも等しい。また、出力ポート予約済情報受信部 1 8 が情報展開を行っている時間 (T 2 ~ T 3、T 5 ~ T 6、T 8 ~ T 9) も各タイムスロットとも等しい。

更に、出力ポート予約済情報送信部 1 9 がフォーマット変換を行っている時間（ $T 0 \sim T 1$ 、 $T 3 \sim T 4$ 、 $T 6 \sim T 7$ ）も各タイムスロットとも等しい。

【 0 0 5 2 】

以下、タイムスロット $T S - b$ において、アロケータ 1 5 が行うタイムスロット $T S - r$ に対する予約処理に着目して説明する。

【 0 0 5 3 】

出力ポート予約済情報受信部 1 8 は、 $T S - a$ 内の時刻 $T 1$ から $T 2$ にかけて、前段のモジュールから出力ポート予約済情報 1 3 を受信する。また、出力ポート予約済情報受信部 1 8 は、 $T S - a$ 内の時刻 $T 2$ から $T 3$ の間に出力ポート予約済情報の展開処理を行い、出力ポート予約済情報 1 3 1 を $T 3$ に出力する。

【 0 0 5 4 】

アロケータ 1 5 は、 $T S - b$ 内の時刻 $T 3$ から $T 6$ の間に、予約処理を実施する。同時に出力ポートの接続許可情報を決定し、更新した出力ポート予約済情報 1 4 1 を出力する。出力ポート予約済情報送信部 1 9 は、 $T S - c$ 内の $T 6$ から $T 7$ の間、フォーマット変換処理を行い、 $T 7$ から $T 8$ にかけて、次段のモジュールに出力ポート予約済情報 1 4 を送信する。

【 0 0 5 5 】

アロケータ 1 5 が決定したある予約時刻の予約情報は、接続許可記憶部 1 6 に接続許可記憶制御部 1 7 からの制御で書き込まれ記憶される。決定された予約情報は、所定の予約時刻に接続許可記憶部 1 6 より接続許可記憶制御部 1 7 からの制御で読み出され使用される。

【 0 0 5 6 】

上述のように、予約タイムスロット $T S - r$ に対する本モジュールにおける処理は、 $T S - a$ 、 $T S - b$ 、 $T S - c$ の 3 タイムスロットで実施される。

【 0 0 5 7 】

またタイムスロット $T S - b$ に着目すると、本タイムスロット内では、出力ポート予約済情報受信部 1 8 が予約タイムスロット $T S - s$ の情報受信処理、情報展開処理を実行し、アロケータ 1 5 が予約タイムスロット $T S - r$ の予約処理を実行し、出力ポート予約済情報送信部 1 9 が予約タイムスロット $T S - q$ のフォ

フォーマット変換処理、情報送信処理を実行している。

【 0 0 5 8 】

このように、モジュール 1 0 - i の出力ポート予約済情報受信部 1 8、アロケータ 1 5、出力ポート予約済情報送信部 1 9 がそれぞれ異なる予約タイムスロットの処理を同一時刻に実行している。即ち本モジュール内で、出力ポート予約済情報受信部 1 8、アロケータ 1 5、出力ポート予約済情報送信部 1 9 がパイプライン処理を実行している。

【 0 0 5 9 】

次に、上記に示した分散スケジューリングモジュールを使用した本発明による R R G S 及びフレーム化 R R G S によるスケジューリング動作の実施例について説明する。

【 0 0 6 0 】

図 4 は、本発明によるスケジューリング動作の第 1 の実施例を示すタイムチャートである。本動作はフレーム化 R R G S を基礎としたスケジューリング動作である。図ではモジュール数 $N = 4$ の場合を示しており、T S 9 以降の予約順序の決定方法が示されている。丸囲みのタイムスロット番号 (T S 9 ~ T S 2 0) は、一連のパイプライン処理で予約されるタイムスロットを示している。

【 0 0 6 1 】

タイムスロット内に I M 番号 (I M 1 ~ I M 4) が記載されているタイムスロットは、そのタイムスロットにて予約処理が実施されることを示している。矢印が記載されている場合は、そのタイムスロットにて、予約済出力ポート情報のフォーマット変換処理、転送処理、展開処理が実施されることを示している。最終の曲線矢印は予約対象となっているタイムスロットを指している。

【 0 0 6 2 】

図 4 と図 3 との対応を示すと、図 4 において、例えば T S 2 から T S 4 にかけて I M 2 が T S 9 の予約処理を実施しているが、これは図 3 における T S - a から T S - c にかけて T S - r の予約処理を行っていることに対応する。

【 0 0 6 3 】

T S 9 に対するスケジューリングは次のように実施される。T S 1 がスケジュー

ーリング開始タイムスロットでTS7が終了タイムスロットとなる。分散スケジューリングモジュールIM1から予約が開始されIM4で終了する。まず、TS1にて分散スケジューリングモジュールIM1が予約を行う。TS2にてTS9に対する出力ポート予約済情報をIM1からIM2に転送する。

【0064】

次にTS3にてIM2が予約を行う。TS4にてTS9に対する出力ポート予約済情報をIM2からIM3に転送する。以降、IM3、IM4にて予約を行う。TS7にてIM4が予約を行うと、各分散スケジューリングモジュールIM1～IM4でTS9に対する予約が完了したことになる。

【0065】

各モジュールでは予約処理を実施した際に決定し、それぞれの接続許可記憶部16に記憶してあるTS9に対する予約情報12をTS9の時点で使用する。TS10、TS11、TS12に対するスケジューリングも、TS1から同時にIM4、IM3、IM2より開始してTS7に完了する。

【0066】

TS13、TS14、TS15、TS16に対するスケジューリングは、TS2からTS8の区間で実施する。以上でTS1からTS8までの間にTS9からTS16の接続予約が決定される。

【0067】

上記で示した方法により、フレーム化RRGSという分散パイプラインスケジューリングを使用して、予約処理時間が1タイムスロットとなるような予約処理の場合においてもパイプライン処理を実現することが可能となる。

【0068】

図5は、本発明によるスケジューリング動作の第2の実施例を示すタイムチャートである。本動作もフレーム化RRGSを基礎としたスケジューリング動作である。図ではモジュール数N=4の場合を示しており、TS9以降の予約順序の決定方法が示されている。

【0069】

図4にて示した本発明の第1の実施例との相違点は、TS1に処理を開始する

予約スロットの組み合わせとして、第 1 の実施例では、TS 1 に開始する予約タイムスロットを TS 9、TS 10、TS 11、TS 12 とし、TS 2 に開始する予約タイムスロットを TS 13、TS 14、TS 15、TS 16 としているのに対し、本実施例では、TS 1 に開始する予約タイムスロットを TS 9、TS 11、TS 13、TS 15 とし、TS 2 に開始する予約タイムスロットを TS 10、TS 12、TS 14、TS 16 としている点である。

【0070】

図 5 に示したとおり本発明の第 2 の実施例においても、TS 1 が開始する予約タイムスロットとなっているが、本発明の第 1 の実施例と同様に、TS 1 から TS 8 までの間に TS 9 から TS 16 の接続予約を決定する事が可能となり、第 1 の実施例と同等の効果を得ることが可能である。

【0071】

図 6 は、本発明によるスケジューリング動作の第 3 の実施例を示すタイムチャートである。本動作は R R G S を基礎としたスケジューリング動作である。図では、モジュール数が偶数である $N = 4$ の場合を示しており、TS 9 以降の予約順序の決定方法が示されている。

【0072】

TS 9 に対するスケジューリングは、TS 1 に IM 1 から開始し、TS 3 に IM 2 での予約処理、TS 5 に IM 3 での予約処理、TS 7 に IM 4 での予約処理となり、TS 2、TS 4、TS 6 では転送処理となる。

【0073】

続けて、TS 10 に対するスケジューリングは TS 2 に IM 4 から開始し、TS 4 に IM 1 での予約処理、TS 6 に IM 2 での予約処理、TS 8 に IM 3 での予約処理となり、TS 3、TS 5、TS 7 では転送処理となる。以降、順次タイムスロットに対する予約を実施する。

【0074】

以上、図 6 に示したとおり、 N が偶数の場合、各タイムスロットから開始して $2N$ タイムスロット分後のタイムスロットに対する接続予約を決定する事が可能となる。

【 0 0 7 5 】

図 7 は、本発明によるスケジューリング動作の第 4 の実施例を示すタイムチャートである。本動作は図 6 と同様に R R G S を基礎としたスケジューリング動作であるが、モジュール数が奇数の場合のスケジューリング動作を示す。図では、モジュール数 $N = 5$ の場合を示しており、T S 1 1 以降の予約順序の決定方法が示されている。

【 0 0 7 6 】

図 7 に示したとおり、 N が奇数の場合も、各タイムスロットから開始して $2 N$ だけ未来のタイムスロットに対する接続予約を決定する事が可能となる。

【 0 0 7 7 】

図 7 と図 6 を比較して明らかなように、本発明の分散スケジューリング方法では、R R G S を基礎としたスケジューリング動作の場合、偶奇によるアルゴリズムの差異が生じない。従って、従来例で示した R R G S を単独で使したスケジューリングと異なり、モジュール数の偶奇によらず同一の分散スケジューリングモジュールを使用する事が可能となる。

【 0 0 7 8 】

上述の 4 つの実施例では、 N 個のモジュールが存在する場合、予約処理を開始したタイムスロットから、 $2 N$ タイムスロット以降の未来のタイムスロットの予約を行っているとして予約処理を実施しているが、これを、 $2 N - 1$ タイムスロット以降の未来のタイムスロットの予約を行っているとして予約処理を実施する事も可能である。

【 0 0 7 9 】

即ち、 N 個のモジュールで先頭モジュールから最終モジュールまで情報を転送するには $N - 1$ 回の転送で十分であるので、予約処理を開始したタイムスロットから $2 N - 1$ のタイムスロットの時間が経過した時点で接続予約が決定する。従って、各タイムスロットから開始して $2 N - 1$ だけ未来のタイムスロットの予約を行っているとして予約処理を実施する事ができる。

【 0 0 8 0 】

また、入力バッファ型クロスポイントスイッチへの接続要求を調停するスケジ

ューリング方法として、複数の入力ポートをグループ化して一つの分散スケジューリングモジュールに収容して、モジュール内でグループ化した入力ポートに対する接続要求調停（予約割当て）を実施し、モジュール間はパイプライン処理によってモジュール間の入力ポートに対する接続要求調停を実施する方法が出願されている（特願平 1 1 - 3 1 9 7 6 2 号）が、この方法に対して上述の 4 つの実施例の方法とを組み合わせる事も可能であり、各方法の効果を損なうことなく実現可能である。

【 0 0 8 1 】

また、入力バッファ型クロスポイントスイッチへの接続要求を調停するスケジューリング方法として、分散スケジューリングモジュール間の接続を外部スイッチによって変更することによってポート間の予約割当てに関する不公平性を解消する方法、及び、モジュール内の処理フレームでの予約タイムスロットの処理順序をフレーム単位で変更することによってポート間の接続要求に対する接続許可応答までの遅延時間の平均値に関する不公平性を解消する方法が出願されている（特願平 1 1 - 3 5 5 3 8 2 号）が、これら 2 つの方法と上述の 4 つの実施例の方法とを組み合わせる事も可能であり、各方法の効果を損なうことなく同様に実現可能である。

【 0 0 8 2 】

【発明の効果】

本発明によれば、1 タイムスロット時間を予約処理に全て振り分けることが可能となるので、多数のポートを有していて予約処理に要する時間が大きい場合でもパイプライン処理が可能となる。

【 0 0 8 3 】

また、情報転送処理に 1 タイムスロット時間を割り当てる事が可能となるので、転送時間を多く確保でき、多数のポートを有していて転送すべき情報量が多い場合でも、高速クロックを使用せずに必要な情報の転送が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明が適用されるインプットモジュールのブロック図である。

【図 2】

図 1 における接続許可記憶部及び接続許可記憶部制御部のブロック図である。

【図 3】

本発明の動作を示すタイミングチャートである。

【図 4】

本発明によるスケジューリング動作の第 1 の実施例を示すタイムチャートである。

【図 5】

本発明によるスケジューリング動作の第 2 の実施例を示すタイムチャートである。

【図 6】

本発明によるスケジューリング動作の第 3 の実施例を示すタイムチャートである。

【図 7】

本発明によるスケジューリング動作の第 4 の実施例を示すタイムチャートである。

【図 8】

従来一般的な N 入力、 N 出力 (N は自然数) の入力バッファ型パケットスイッチを示す構成図である。

【図 9】

RRGS 及びフレーム化 RRGS を使用する分散型スケジューラの構成を示すブロック図である。

【図 10】

ポート数が奇数の場合の RRGS によるスケジューリングのタイムチャートである。

【図 11】

ポート数が偶数の場合の RRGS によるスケジューリングのタイムチャートである。

【図 12】

フレーム化 R R G S によるスケジューリングのタイムチャートである。

【図 1 3】

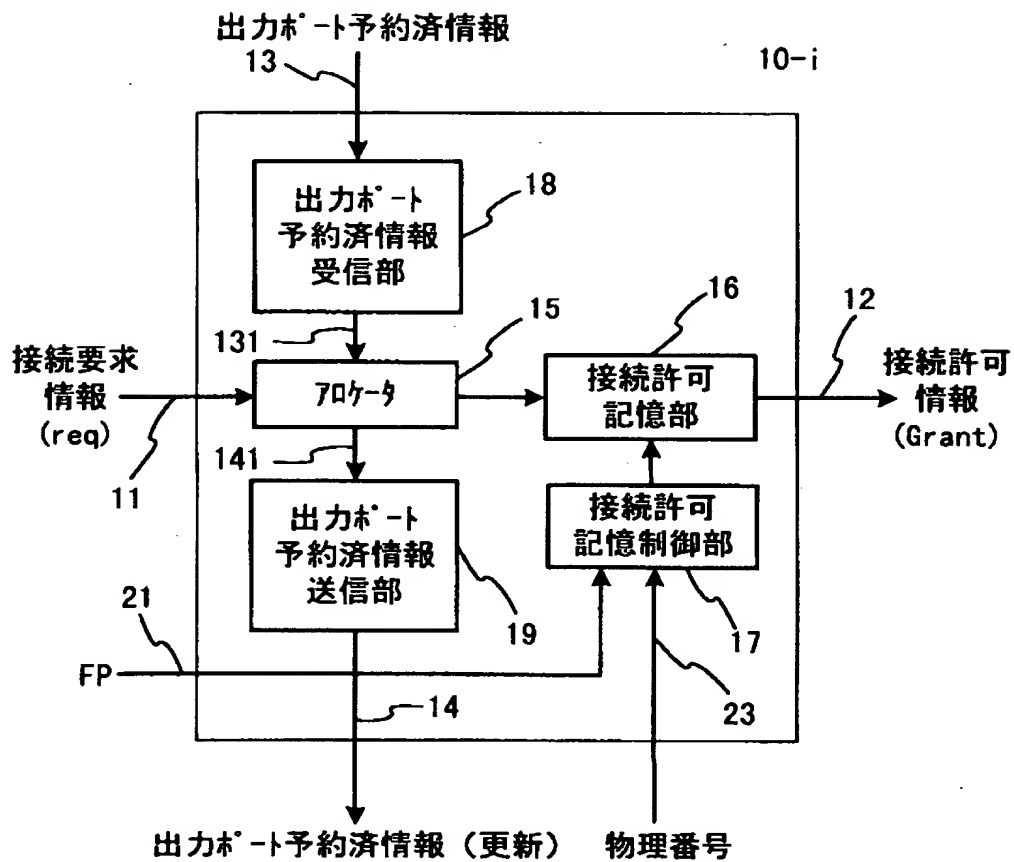
1 タイムスロット (T S) 内の各インプットモジュールの動作タイムチャートである。

【符号の説明】

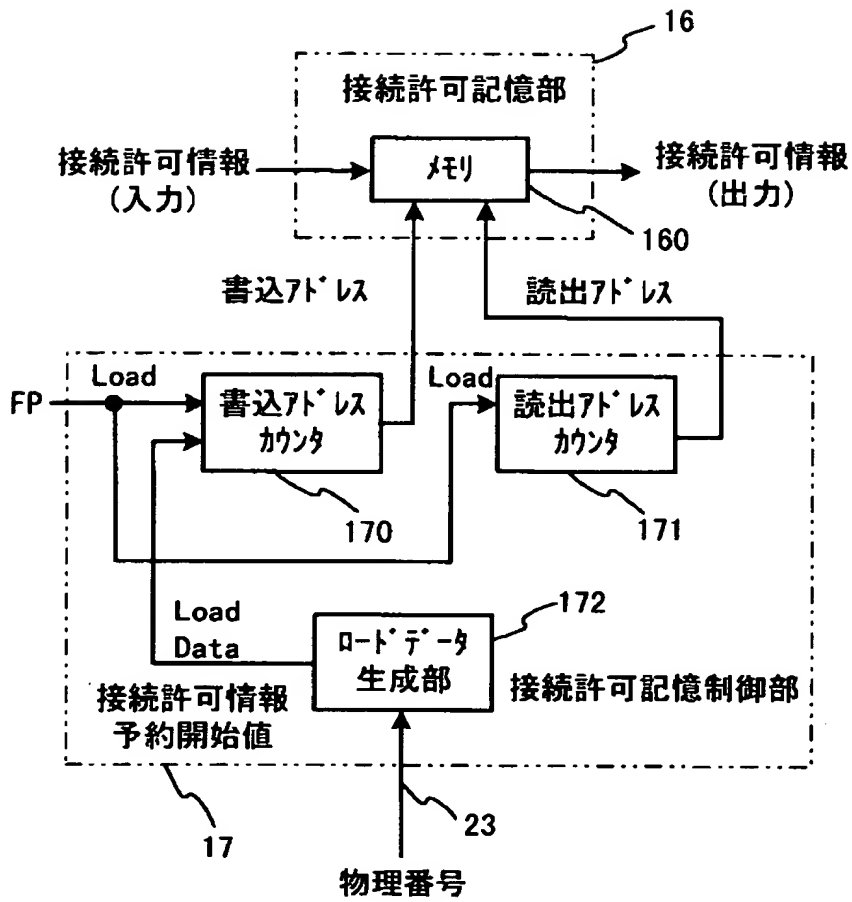
- 1 0 インプットモジュール (I M)
- 1 1 接続要求情報
- 1 2 接続許可情報
- 1 3、1 3 1 出力ポート予約済情報
- 1 4、1 4 1 出力ポート予約済情報 (更新)
- 1 5 アロケータ
- 1 6 接続許可記憶部
- 1 7 接続許可記憶制御部
- 1 8 出力ポート予約済情報受信部
- 1 9 出力ポート予約済情報送信部
- 2 1 フレームパルス (F P)
- 2 3 物理番号
- 4 0 パケットスイッチ
- 5 0 スケジューラ
- 5 1 スケジューリングモジュール
- 5 2 仮想出力キュー (V O Q)
- 5 4 データスイッチ素子
- 1 6 0 メモリ
- 1 7 0 書込アドレスカウンタ
- 1 7 1 読出アドレスカウンタ
- 1 7 2 ロードデータ生成部

【書類名】 図面

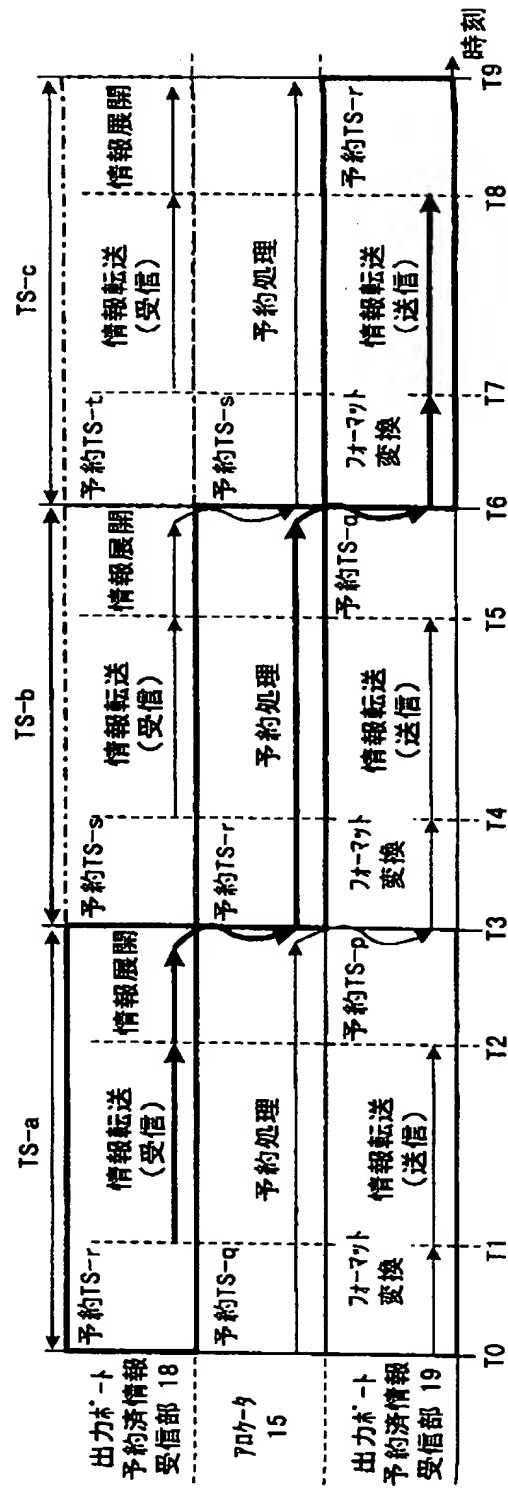
【図 1】



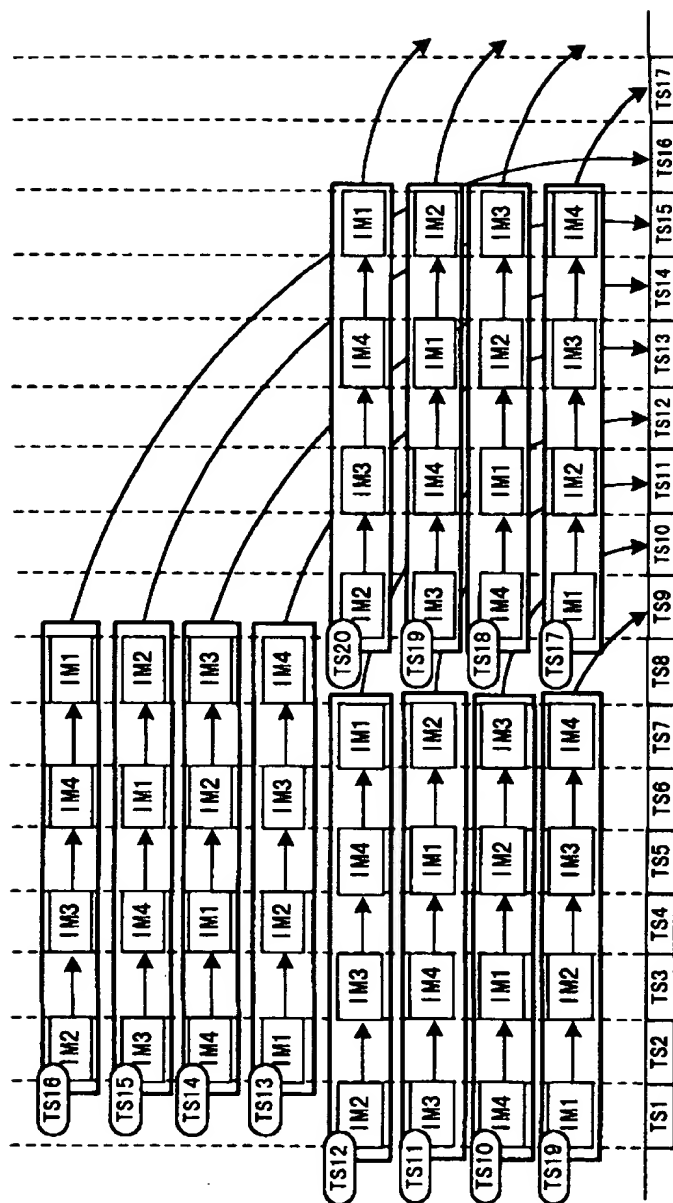
【図 2】



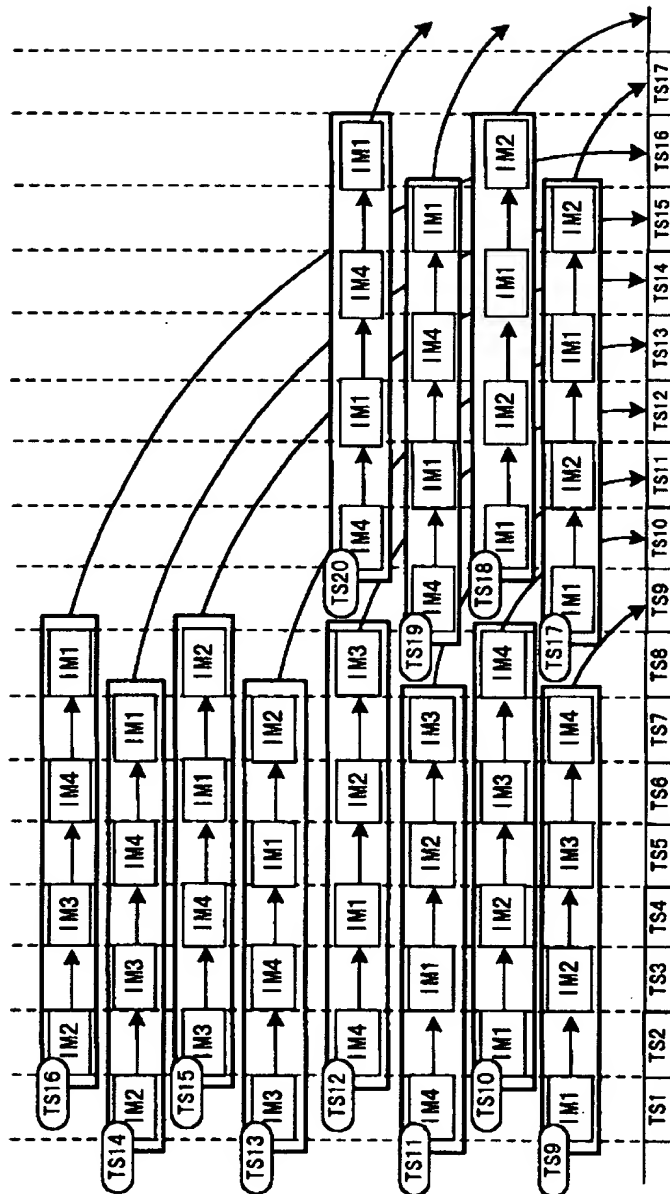
【図 3】



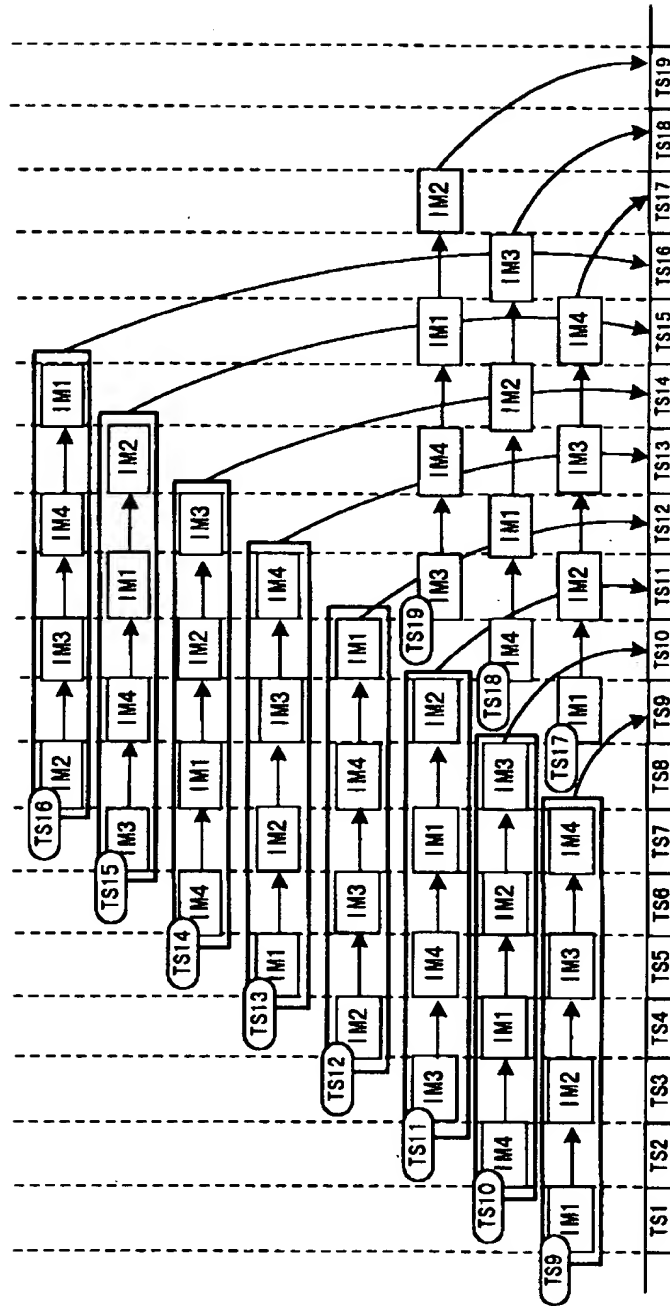
【図 4】



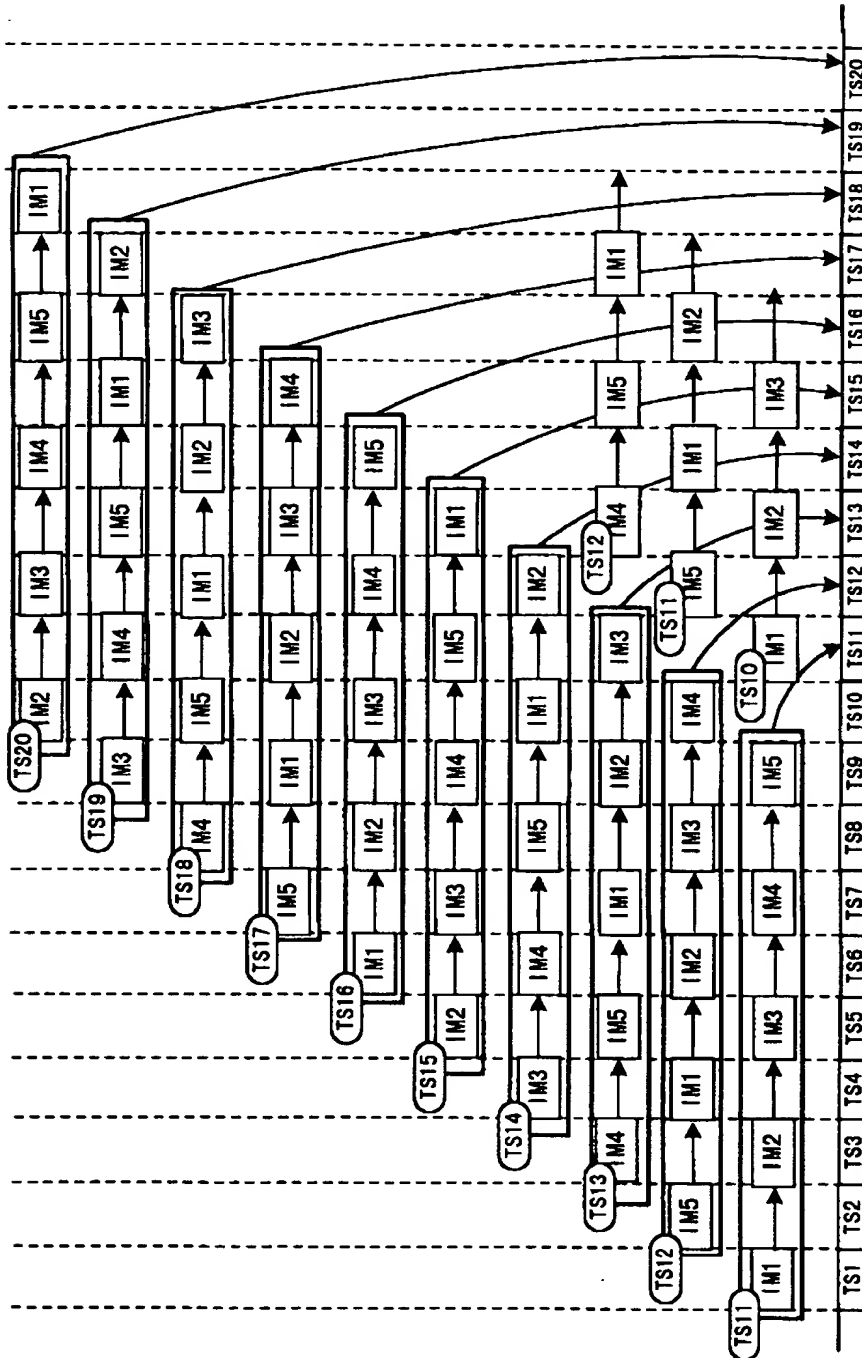
【図 5】



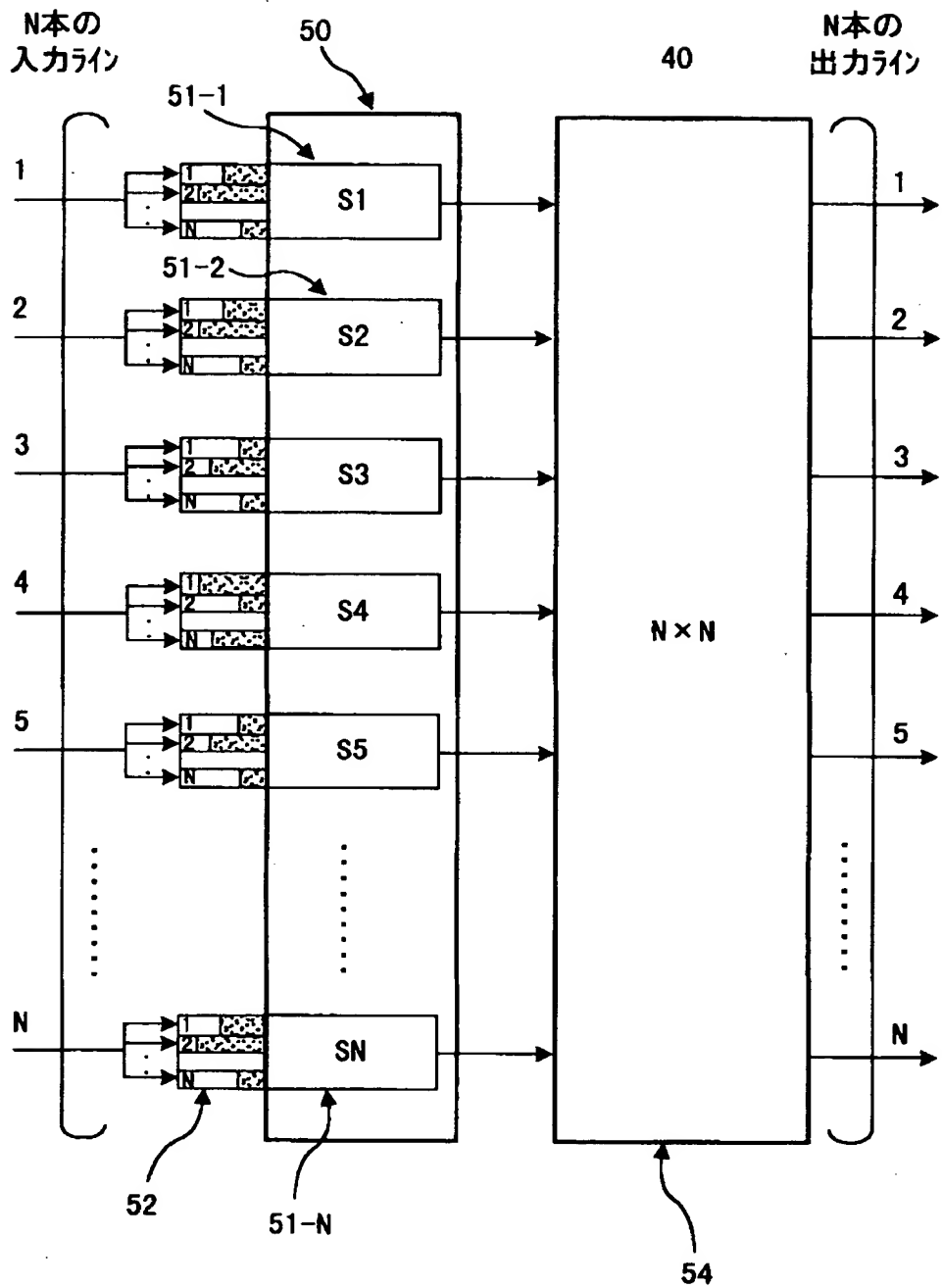
【図 6】



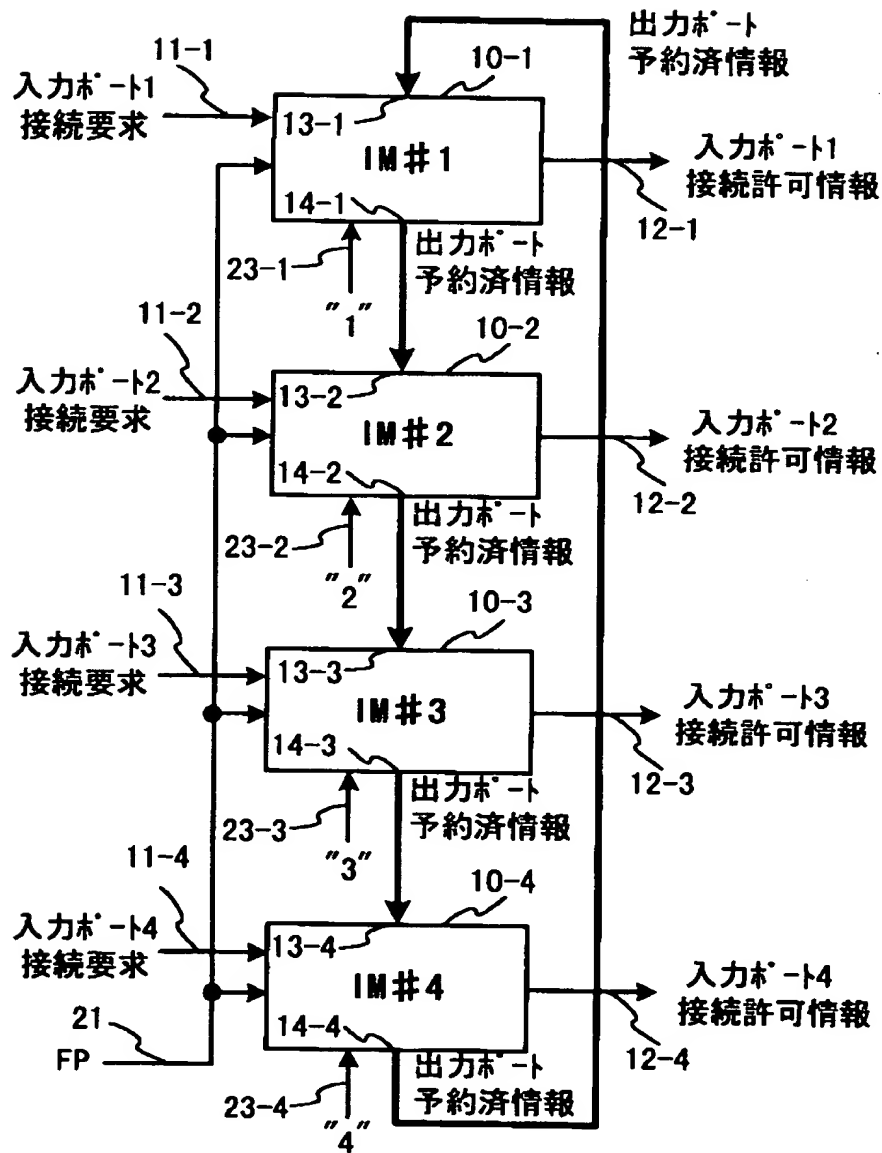
【図 7】



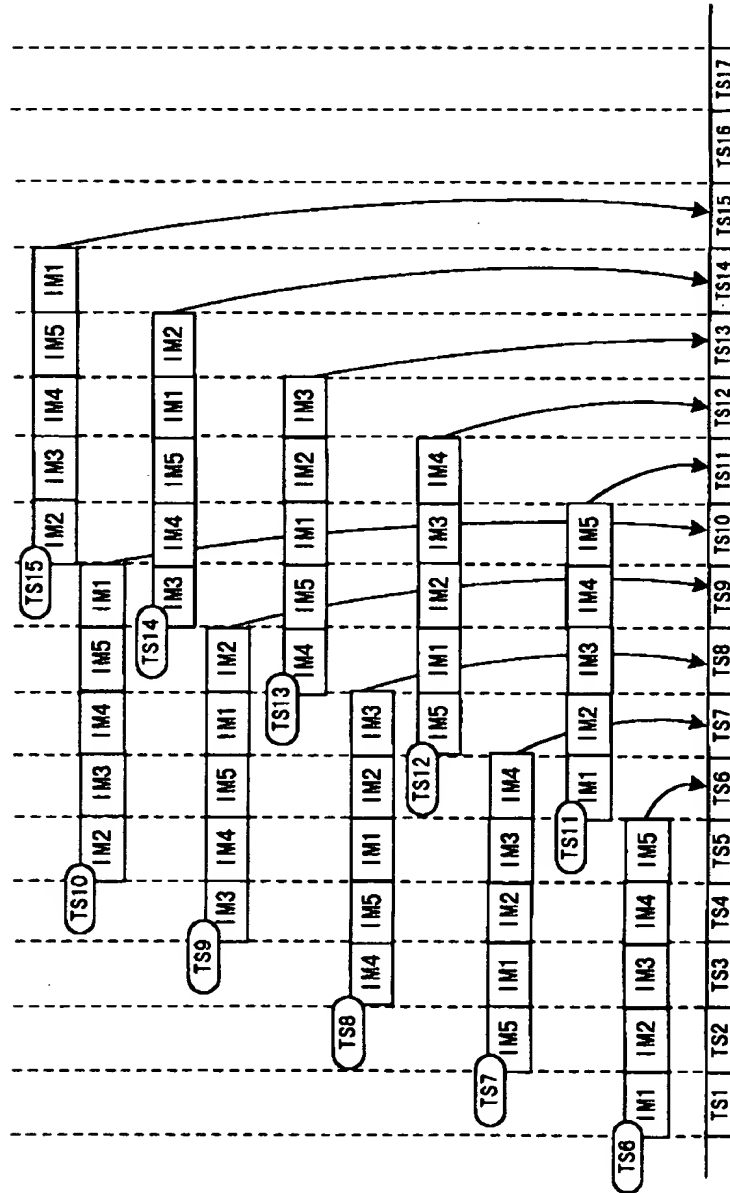
【図 8】



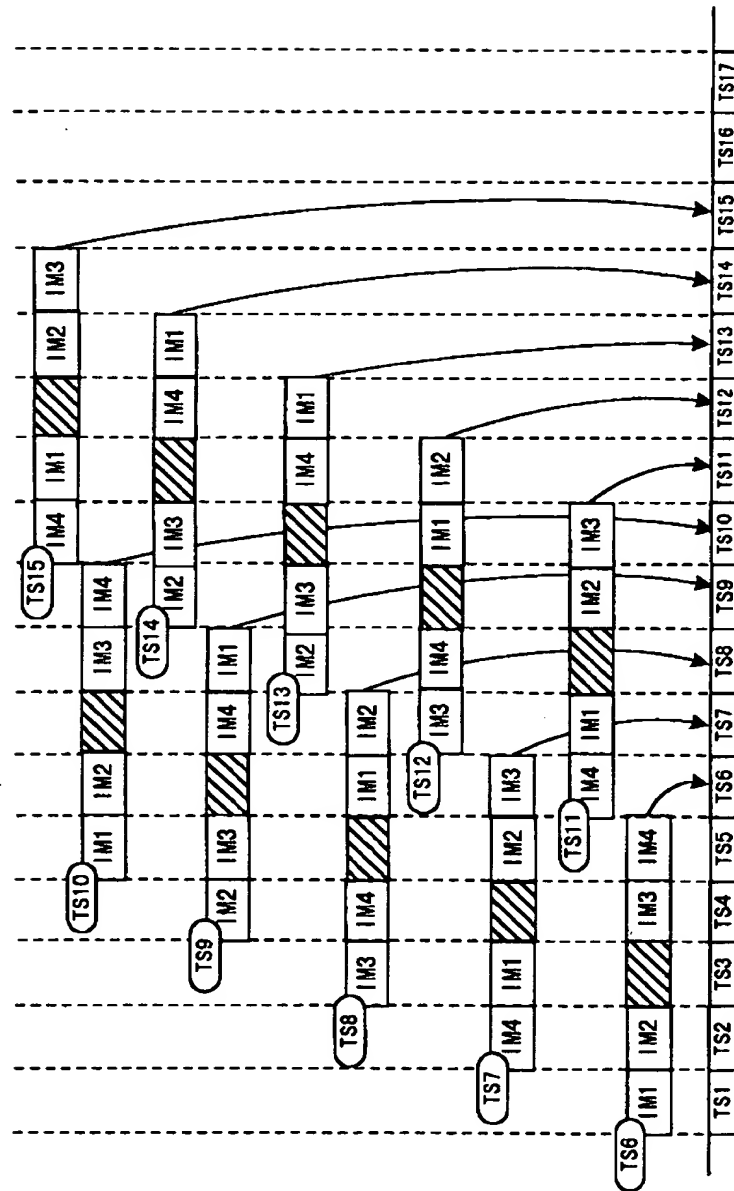
【図 9】



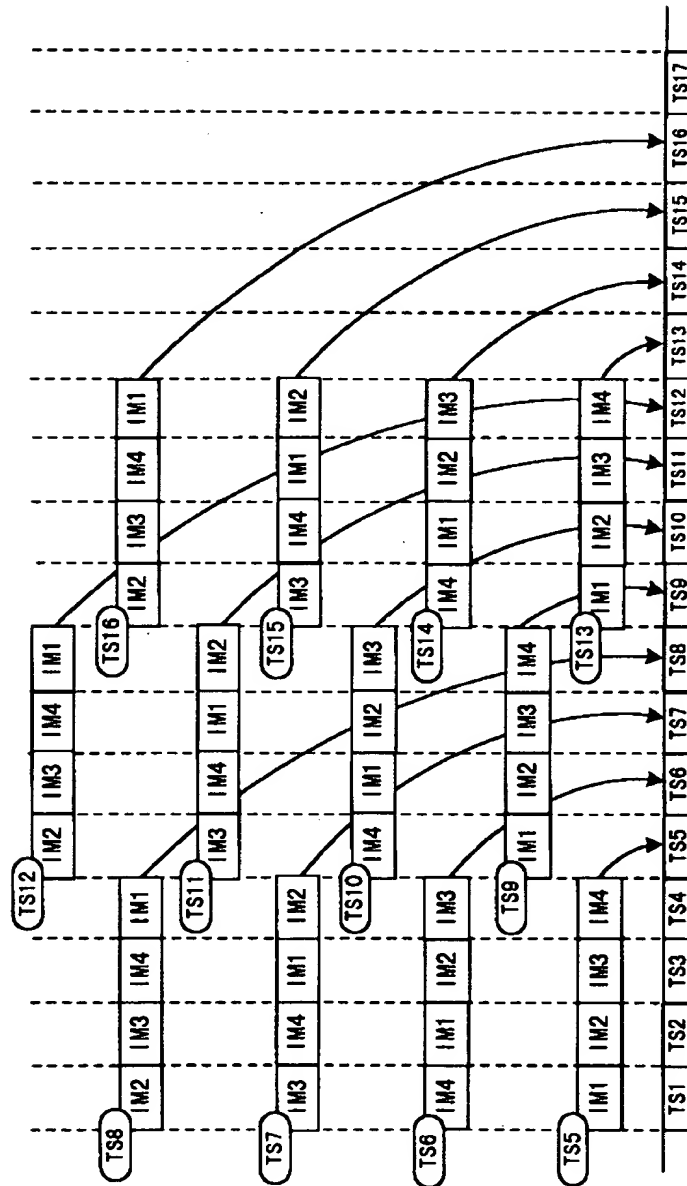
【図 10】



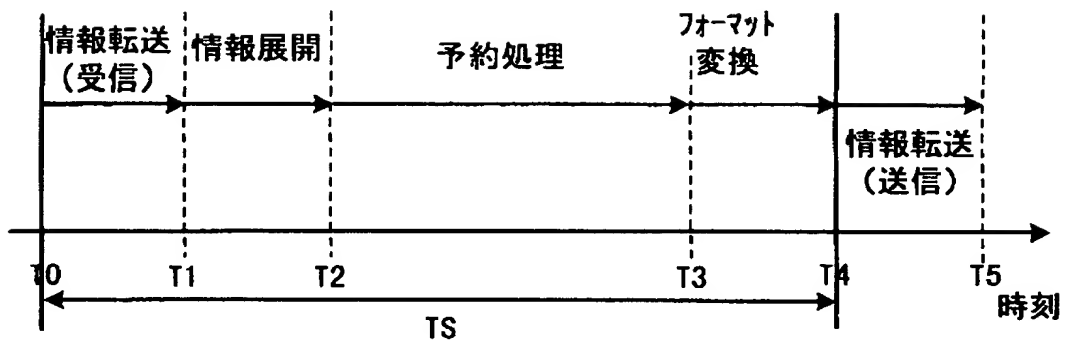
【図 11】



【図 12】



【図 1 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 処理時間制限に対して寛容な分散パイプラインスケジューリング方法を提供する。

【解決手段】 タイムスロット (TS) 9 に対するスケジューリングは、まず、TS 1 にて分散スケジューリングモジュール IM 1 が予約を行う。TS 2 にて TS 9 に対する出力ポート予約済情報を IM 1 から IM 2 に転送する。次に TS 3 にて IM 2 が予約を行う。TS 4 にて TS 9 に対する出力ポート予約済情報を IM 2 から IM 3 に転送する。以降、IM 3、IM 4 にて予約を行う。TS 7 にて IM 4 が予約を行うと、各分散スケジューリングモジュール IM 1 ~ IM 4 で TS 9 に対する予約が完了する。このように、情報転送の処理と分散スケジューリングモジュール内の経路割当て探索処理 (経路予約処理) を分離し、情報転送処理と、経路予約処理にそれぞれ 1 タイムスロットずつの処理時間を割り当てる。

【選択図】 図 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名	日本電気株式会社